



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ЛЕСНОГО ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Путеводитель почвенной экскурсии

ПОЧВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА СОСНЯКОВ
СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ

(государственный природный заповедник «Кивач»)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН
ИНСТИТУТ ЛЕСА КАРЕЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН
ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК РАН
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПОЧВЕННОЙ ЭКСКУРСИИ

ПОЧВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА СОСНЯКОВ СРЕДНЕТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ

(государственный природный заповедник «Кивач»)

Петрозаводск
2017

УДК 630*114(470.22)(036)(063)
ББК 43.4(2Рос.Кар)
Б30

- Бахмет О.Н.*
- Б30 Путеводитель почвенной экскурсии. Почвы экологического ряда сосняков среднетаежной подзоны (государственный природный заповедник «Кивач»). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. 36 с., 11 табл.

ISBN 978-5-9274-0794-1

Материалы, представленные в путеводителе, знакомят участников конференции с ландшафтами среднетаежной подзоны Карелии, с подзолистыми почвами, сформировавшимися на водно-ледниковых отложениях под сосновыми лесами.

Путеводитель подготовлен лабораторией лесного почвоведения Института леса КарНЦ РАН.

УДК 630*114(470.22)(036)(063)
ББК 43.4(2Рос.Кар)

Bakhmet O.N.
Guide to soil excursion of scientific conference with international involvement «Theoretical and Applied Aspects of Forest Soil Science». Petrozavodsk: Karelian Research Centre RAS, 2017. 36 p., 11 tabl.

Data presented in the guide-book familiarize the participants of the conference with landscapes of Karelia, with Podzols formed on glacialfluvial deposits under pine forests.

The guide-book is prepared by the Laboratory of Forest Soil Science, Forest Research Institute of the Russian Academy of Science.

ISBN 978-5-9274-0794-1

© Институт леса КарНЦ РАН, 2017
© Бахмет О. Н., 2017
© Карельский научный центр РАН, 2017

Содержание/Contents

Введение	4
Introduction	5
Краткие сведения о природе Карелии	6
Петрозаводск – заповедник «Кивач»	9
Подзол иллювиально-железистый (Разрез 1)	14
Ferric Podzol (Profile 1)	17
Торфянистый подзол иллювиально-гумусовый (Разрез 2)	20
Histic Carbic Podzol (Profile 2)	21

Введение

Маршрут почвенной экскурсии Всероссийской научной конференции с международным участием «Теоретические и прикладные аспекты лесного почвоведения» подготовлен Институтом леса КарНЦ РАН.

Во время полевой экскурсии будут обсуждены вопросы генезиса подзолистых почв под сосновыми лесами.

Все анализы выполнены в лаборатории лесного почвоведения Института леса Карельского научного центра РАН. Применяли следующие методы анализов: механический состав – по Качинскому; удельный вес – пиктометрически; объемный вес – весовым методом; наименьшая влагоемкость – по Капецкому; влажность завядания – методом проростков; коэффициент фильтрации – по Нестерову; гумус – по Тюрину; азот – по Кьельдалю; pH – потенциометрически; обменные катионы – по Гедройцу; групповой состав гумуса – по Тюрину; валовой химический состав – по Аринушкиной; поглощенные основания – по Гедройцу; подвижные оксиды Al_2O_3 и Fe_2O_3 – по Тамму и Джексону; микроэлементы – атомно-абсорбционным методом.

Индексация основных горизонтов и названия почв даны по «Классификации и диагностике почв» (1977 г.), «Классификации и диагностике почв России» (2004 г.), классификации ФАО ЮНЕСКО (Почвенная карта мира, 1990 г.).

Introduction

The excursion of Scientific Conference are prepared by the Forest Research Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. The following problems will be discussed during the field trips: podzols genesis under pine forests.

All the analyses have been carried out at the Laboratory of Soil Science, institute mentioned above. The analytical methods are the following: texture was determined after Kachinsky, density – pycnometrically, apparent density – by the weight method, the minimum water capacity – after Kapetsky, the filtration coefficient – after Nesterov. The content of humus was determined by Tyurin's method, that of nitrogen – after Kjeldahl; pH was estimated potentiometrically; exchangeable cations were analyzed by Gedroitz's method; humus composition was determined after Tyurin. The bulk chemical composition was determined by Arinushkina's method, mobile forms of sesquioxides were extracted by Tamm's solution and Fe_2O_3 – by Jackson's solution, microelements content – by AAS.

Indexes of the soil horizons and soil names were given according to the Classification and diagnostic of soils (1977), Classification and Diagnostic of Soils of the Russia (2004), Soil Classification FAO UNESCO (1990).

Краткие сведения о природе Карелии

Республика Карелия расположена между 66°41' и 60°41' с.ш., протяженность с севера на юг – 672 км. С запада на восток республика простирается в пределах 29°18' – 37°57' в.д., наибольшая протяженность территории республики в этом направлении на широте г. Петрозаводска составляет около 420 км. Площадь республики составляет 173 300 км².

Климат. Климатические особенности Карелии обуславливаются близостью ее к Баренцеву и Белому морям и сильным влиянием Атлантического океана. Климат умеренно-континентальный с продолжительной (150 дней) мягкой зимой и коротким прохладным летом, высокой (60–80 % – днем и 80–100 % – ночью) относительной влажностью воздуха. Недостаток солнечной энергии возмещается теплом, приносимым воздушными массами с запада. Среднегодовая температура – +2 °С. Средняя температура января – -10 °С, июля +16 °С. Число дней с температурой выше 5 градусов колеблется около 150, только 40 дней в году наблюдается температура выше 15 градусов. Сумма активных температур (около +10°) достигает 1400°. Годовое количество осадков составляет 550–600 мм, из них 400 мм выпадает летом. Почвы покрыты снегом с ноября по апрель. Высота снежного покрова составляет 60–80 см.

Геология. Карелия расположена в юго-восточной части Балтийского кристаллического щита, преобразованного интенсивными дислокациями. Преобладающая часть территории сложена протерозойскими породами возрастом от 3,5 до 1,6 млрд. лет, залегающими на размытом складчатом архейском основании. На юге протерозойские породы перекрываются кембрийскими. Архейские породы представлены гранитами, гранито-гнейсами и кристаллическими сланцами. Среди протерозойских пород встречаются как осадочные: известняки, песчаники, глинистые сланцы, так магматические и метаморфические: граниты, диабазы, кварциты, мрамор и др.

Коренные породы покрыты толщей четвертичных отложений мощностью от нескольких сантиметров до 150 м, часто встречаются их выходы на дневную поверхность. Голоценовые осадки представлены различными по литологии породами – от песков до ленточных глин. Основными почвообразующими породами на территории Карелии являются четвертичные отложения, из которых преобладают песчаные и супесчаные моренные Валдайского оледенения, содержащие много валунов, в основном кислых пород (гранитов и гранито-гнейсов). Основными минералами песчаных фракций морены являются кварц и калиевые полевые шпаты. Мелкопылеватые и илистые частицы состоят из гидрослюд, биотита и рудных минералов.

Широко распространены и водно-ледниковые отложения, слагающие озы, камы, друмлины и зандровые равнины. Озы сложены крупнозернистыми или разнострунистыми песками, часто с включениями гравия. Песчаные отложения камов и зандровых равнин более однородны, часто имеют слоистое строение. Все они содержат мало илистых частиц (0,03–0,1 %) и характеризуются большой водопроницаемостью и низкой влагоемкостью. Среди минералов флювиогляциальных песков преобладают: кварц, калиевые полевые шпаты, слюды, плагиоклазы, роговые обманки.

Из позднеледниковых отложений встречаются ленточные глины, содержащие 30–40 % пылеватых частиц и 10–20 % ила. Пылеватые частицы ленточных глин состоят из кварца (40–50 %) и мусковита, присутствует полевой шпат (10 %) и другие минералы. Илистые частицы состоят на 60 % из каолинита и на 25 % из гидрослюда, присутствуют биотит, кварц и в незначительном количестве другие минералы. Из постледниковых отложений наибольшее распространение имеют торфа.

Рельеф Карелии холмисто-равнинный с абсолютными отметками до 300 м над уровнем моря. На северо-западе отдельные массивы достигают высот около 600 м. Тектонические процессы привели к образованию крупных и мелких трещин, разломов и грабенов, что определило облик современного рельефа. Основной его чертой является выдержанность ориентировки крупных орографических форм в северо-северо-западном направлении. Денудационные процессы способствовали образованию волнистых равнин и гряд. Последующее действие ледника сказалось на сглаживании выступающих вершин кристаллических гряд, углублений и расширении отрицательных элементов рельефа, перераспределении и накоплении рыхлого материала. Это привело к частой смене гряд и высоких холмов узкими и неглубокими понижениями, что придает поверхности сильно пересеченный вид. Строение рельефа определило особенности гидрографической сети Карелии, которая является самой богатой республикой России по запасам пресной воды. На ее территории протекает 11 200 рек общей протяженностью 54,3 тыс. км и 44 тыс. озер общей площадью 16,3 тыс. км².

Территория Карелии сильно заболочена, болота и заболоченные земли составляют 30 % площади республики. Болота в основном приурочены к замкнутым и сточным котловинам и ложбинам, почти любое понижение в рельефе, если оно не занято озером, представляет собой болото, что объясняется близким залеганием коренных пород, мешающих просачиванию воды, а также зарастанием мелких водоемов. Особенностью болотных массивов является сложная конфигурация строения и большая изрезанность. Мощность торфяных залежей очень разнообразна – от 0,5 до 10 м и более, но преобладают торфа мощностью 1–2 м. Часто торфяные залежи неодно-

родны по стратиграфии: нижние слои сложены низинными торфами, а сверху залегают верховые. Современная стадия развития болот характеризуется интенсивным развитием сфагнового покрова, малой зольностью торфов.

Растительность. Почти вся территория Карелии покрыта лесами. Основными лесообразующими породами являются сосна (*Pinus sylvestris* L.), ель обыкновенная (*Picea abies* L.), ель сибирская (*Picea abovata* Ledeb.), ель финская (*Picea fennica* (Regel) Kom (L.) Karst), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), ольха (*Alnus incana* (L.) Moench) и осина (*Populus tremula* L.). Сосновые леса занимают 63 % площади, еловые – 25,2, березовые – 10,1, осиновые и ольховые – 0,9 (Разнообразие биоты Карелии..., 2003). Значительная часть флоры относится к бореальным видам – палеарктическим и европейским: ель европейская (*Picea abies*), майник двулистный (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W.Schmidt), кислица (*Oxalis acetosella* L.), толокнянка (*Arctostaphylos uva – ursi* (L.) Spreng.), вереск (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) и др. Встречаются растения сибирской флоры: ель сибирская (*Picea obovata*), лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.). В южной части республики встречаются растения широколиственных лесов: липа (*Tilia cordata* Mill.), сныть (*Aegopodium podagraria* L.), медунца обыкновенная (*Pulmonaria obscura* Dum.).

Почвенный покров. Природные условия Карелии с ее умеренно холодным климатом и преобладанием почвообразующих пород легкого механического состава обусловили широкое распространение элювиально-иллювиального процесса почвообразования. В автоморфных условиях на рыхлых четвертичных отложениях распространены подзолистые (*Podzols*) почвы (53 %), на коренных породах – подбуры (*Leptosols*), буроземы (*Cambisols*) (0,2%) и слабообразованные (*Rudy Podzols*, *Litic Leptosols*) (1,3 %); при дополнительном увлажнении – болотно-подзолистые почвы (*Gley Podsol*) (17,2 %), в гидроморфных условиях – болотные (*Histosols*) (20,2 %). Резкой смены типов почв при продвижении с севера на юг не наблюдается, что связано с широким распространением почвообразующих пород легкого механического состава, общность физических и химических свойств которых (низкая влагоемкость, высокая водопроницаемость, бедность элементами минерального питания) перекрывает влияние изменения биоклиматических показателей. И все же в почвенном покрове северотаежной и среднетаежной подзон имеются существенные различия.

В среднетаежной подзоне большее распространение имеют автоморфные почвы, среди которых преобладают подзолы иллювиально-гумусово-железистые супесчаные (*Carbi-Ferric Podzols*). Почвообразованием затронута большая толща рыхлых отложений: до глубины 1,5 м на легких по-

родах, до 2–2,5 м на суглинистых отложениях. В среднетаежной подзоне распространены буроземы грубогумусные (*Cambisol*), приуроченные к почвообразующим породам основного и ультраосновного состава, а также к шунгитовым сланцам Заонежья.

В северотаежной подзоне более широко распространены подзолы иллювиально-гумусовые (*Carbic Podzols*), которые занимают не только понижения, но и вершины моренных гряд, что связано с грубозернистым составом песчаных почвообразующих пород. Почвы имеют укороченный профиль, активными процессами почвообразования затронута самая верхняя часть почвообразующих пород (40–60 см), что обусловлено холодным климатом, неглубоким прогреванием почвенной толщи и поверхностным распространением корневых систем растений. В почвенном покрове большое участие принимают болотно-подзолистые (*Gley Podzols*) и болотные (*Histosols*) почвы. В северной части Карелии, где отдельные гряды достигают высоты 600 м над уровнем моря, выражена вертикальная зональность. Подзолы иллювиально-железисто-гумусовые (*Ferri-Carbic Podzols*) на высоте 400–500 м сменяются горно-подзолистыми (*Hapto-Litic Podzols*), а выше 500 м сменяются горно-тундровыми (*Litic Leptosols*) почвами. Вдоль побережья Белого моря встречаются своеобразные маршевые глеевые (*Salic Fluvisol*) почвы, характеризующиеся высоким содержанием органического вещества и низкой кислотностью.

Почвенный покров Карелии отличается очень сложным строением, мозаичностью и мелкоконтурностью, вызванной чрезвычайной расчлененностью рельефа и частой сменой почвообразующих пород.

Петрозаводск – заповедник «Кивач»

Во время предложенной поездки экскурсанты познакомятся с ландшафтами среднетаежной подзоны Карелии, а также с почвами, сформировавшимися на водно-ледниковых отложениях под сосновыми лесами. Почвенные разрезы заложены на территории государственного природного заповедника «Кивач». Маршрут экскурсии проходит через следующие основные населенные пункты: г. Петрозаводск – столица Республики Карелия, крупный промышленный, культурный и научный центр; пос. Шуя, расположенный вдоль одноименной реки; г. Кондопога – районный центр, один из крупнейших производителей бумаги; заповедник «Кивач», расположенный в 20 км от г. Кондопога.

Территория, по которой проходит маршрут, находится в среднетаежной подзоне, между 61–61° с. ш., она входит в карельскую провинцию поверхностно-подзолистых почв, "карликовых" и маломощных подзолов.

Наш путь лежит на север от г. Петрозаводска по Онежско-Ладожскому водоразделу. Рельеф этой территории представлен двумя типами: денудационным и аккумулятивным, первый тип рельефа преобладает.

В целом территория представляет собой всхолмленную равнину, которая разделяется на несколько орографических участков. Один из них – Петрозаводская тектоническая впадина глубиной 150 м, заполненная осадками четвертичного возраста. Среди них морены нескольких оледенений (калининского, осташковского и карельского), перемежающиеся межледниковыми отложениями; водно-ледниковые отложения, представленные песками и валунными супесями, а также озерные пески, органогенные образования. Абсолютные отметки этого участка колеблются около 100 м над уровнем моря. Моренная равнина сменяется Шуйско-Логмозерской заболоченной низиной (относительные высоты которой колеблются от 5 до 30 м), сложенной наиболее древними отложениями голоцена – озерно-ледниковыми ленточными глинами. От ст. Шуйской до г. Кондопоги преобладает денудационно-тектонический рельеф местности. Кристаллическое основание, сложенное коренными породами среднего протерозоя, в этом районе перекрыто чехлом водно-ледниковых отложений различной мощности. Абсолютные высоты гряд редко превышают 100 м, относительные превышения варьируют в пределах 10–50 м. За г. Кондопогой всхолмленная равнина с денудационно-тектоническим типом рельефа сменяется песчаной аккумулятивной озерно-ледниковой равниной с участками грядово-озового и камового рельефа.

Таким образом, маршрут от Петрозаводска до заповедника «Кивач» проходит по территории, в основном покрытой отложениями четвертичного периода, выходы коренных пород спорадически встречаются вдоль дороги.

Вторая часть маршрута идет в северо-западном направлении от ст. Шуйской до Марциальных вод. Рельеф этого участка денудационно-тектонического типа. Коренные породы выходят на поверхность и только местами покрыты четвертичными отложениями небольшой мощности. Коренные породы относятся к среднему протерозою и представлены в основном суйсарской свитой: осадочно-вулканическими образованиями (порфириды, туфы, туфосланцы, местами шунгиты) и интрузивными – габбро-диабазами и диабазами. Цепи гряд имеют северо-западное простирание, совпадая с господствующим простиранием основных тектонических структур. Крупные гряды разделены озерными депрессиями, более мелкие заболоченными впадинами. Абсолютные отметки редко превышают 100 м, относительные превышения колеблются от 10 до 50 м. Этот район известен своими минеральными водами и лечебными грязями. Минеральное питание подземных вод соединениями железа происходит за счет выщелачивания его из шунгитовых сланцев и габбро-диабазов.

Гидрографическая сеть этого района связана с Онежским озером и принадлежит бассейну Балтийского моря. Реки, озера и болота расположены большей частью в депрессиях, между кряжеобразными возвышенностями. Направление рек и расположение озер имеет северо-западное простираие и определяется геоморфологическим строением территории. Наиболее крупные реки, которые мы будем пересекать, – Шуя и Суна; протяженность их около 300 км. Как и для других рек Карелии, для них характерны невыработанные ступенчатые профили, представляющие собой ряд порожистых участков с сосредоточенным падением, чередующиеся с плесами. Экскурсанты познакомятся с водопадом «Кивач» на р. Суне, в этом месте река зажата между диабазовыми скалами, и высота падения воды равна 8 м.

Различия в рельефе и в составе почвообразующих пород определяют разнообразие почвенного покрова данной местности. На кристаллических породах распространены слаборазвитые маломощные щебнистые почвы. На равнинных участках, где почвообразующие породы представлены завалунными супесями и суглинками, преобладают подзолистые (*Podzols*) почвы, на песчаных отложениях – подзолы иллювиально-железистые (*Ferric Podzols*) и поверхностно-подзолистые почвы. В низинах, где почвообразующими породами служат озерные глины, развиваются поверхностно-глеевые (*Gleic*) почвы. Местами встречаются болотные (*Histosols*) почвы.

Рельеф и почвенные условия существенно влияют на формирование лесных ассоциаций, их флористический состав и производительность. На этой территории представлены различные типы еловых и сосновых лесов. Как в сосновых, так и в еловых лесах почти всегда имеется примесь березы (*Betula pendula*, *Betula pubescens*), осины (*Populus tremula*), ольхи (*Alnus incana* (L.) Moench). Нередко лес имеет характер смешанного елово-соснового с примесью березы. В результате рубок хвойных лесов в последние годы увеличивалась площадь, занимаемая лиственными лесами.

Площадь под сельскохозяйственными культурами составляет в среднем 1–2 %. Окультуренные почвы в основном находятся на равнинных участках (Шуйско-Логмозерская низина) около Петрозаводска и в районе г. Кондопога. Направление сельского хозяйства – овощеводческое и молочно-животноводческое. В Карелии высоко развиты лесная, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленности. В связи с этим остро стоит вопрос о сохранении и рациональном использовании лесосырьевой базы Карелии. В разработке мероприятий по восстановлению лесов Карелии постоянно принимают участие ученые Института леса Карельского научного центра РАН.

Заповедник «Кивач»

Заповедник «Кивач» был организован в 1931 г. в среднетаежной подзоне Карелии с целью сохранения типичных таяежных ландшафтов и природных популяций растений и животных. Площадь заповедной зоны составляет 10,4 тыс. га, а вместе с охранной зоной – 17 тыс. га.

Рельеф заповедника относится к денудационно-тектоническому типу. Продольные разломы протерозойских пород северо-западного направления образуют котловины озер и лощин. Кристаллические гряды, сложенные габбро-диабазами, массивными аффанитовыми диабазами, часто выходят на дневную поверхность в виде длинных узких гряд.

Аккумулятивно-денудационная деятельность ледника значительно изменила древний рельеф, сnivelировала его, но неодинаково в различных частях заповедника. На территории заповедника выделяется три типа местности:

- грядовый, к нему относится возвышенность, сложенная габбро-диабазами, являющаяся водоразделом Мунозера и серии лесных озер, абсолютные отметки водораздела 170 м.
- всхолмленная моренная равнина занимает значительную площадь на водоразделе озер Пертозеро – Койгуламба, на правом берегу р. Суны, на формировании моренной равнины сказалась деятельность приледниковых озер. Основания склонов, лощин, озерные и речные террасы перекрыты ленточными глинами, которые сnivelировали неровности древнего рельефа. Абсолютные отметки поверхности в пределах 50–80 м.
- песчаная волнистая озерно-ледниковая равнина занимает значительную площадь на водоразделе рек Суны и Сандалки. Пески во многих плоских понижениях подстилаются ленточными глинами, местами равнина прерывается озами или моренными грядами с очень редкими выходами кристаллических пород. Абсолютные отметки озовых гряд 70–80 м. Межгрядовые котловинообразные понижения заняты сфагновыми болотами или мелкими «ламбами».

Климат заповедника «Кивач» довольно суровый. Среднегодовая температура составляет +2 °С, сумма осадков 600 мм, из них на летний период приходится 400 мм. Снег выпадает в ноябре и держится около 170 дней, до начала мая, высота снежного покрова 60–80 см. Самый холодный месяц – январь со среднесуточной температурой -10,9 °С, морозы иногда доходят до -40 °С. Самый теплый месяц – июль со среднесуточной температурой 17,2 °С. Сумма температур вы-

ше 10 °С составляет 1400°. Характерной особенностью климата является высокая влажность воздуха, количество пасмурных дней летом оставляет 60–70 %, а зимой 80 %.

Растительность. Заповедник расположен в средней подзоне таежной зоны. Леса заповедника, особенно еловые, отличаются большим числом неморальных видов трав, чему способствует относительно высокое плодородие почв, благодаря выходам основных пород и включению шунгитов. Большая часть (84 %) территории заповедника покрыта лесом, 9,6 % занимают водоемы, 4,8 % приходится на болота и 1,6 % на сельскохозяйственные угодья. Сосновые леса занимают 41 % площади, покрытой лесом, еловые – 30 %, березняки – 24 % и осинники 5 %. Растительный мир заповедника насчитывает более 600 видов высших растений. Наибольший интерес представляют неморальные виды на северной границе своего ареала: липа сердцевидная (*Tilia cordata*), вяз шершавый (*Ulmus glabra*), ольха черная (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), а также растения, включенные в "Красную книгу" – венерин башмачок (*Cypripedium calceolus* L.), надбородник безлистный (*Epipogium aphyllum* Sw. (F. W. Schmidt)), полушник озерный (*Isoetes lacustris* L.), лобелия Дортмана (*Lobelia dortmanna* L.). Богат и разнообразен состав болотной флоры.

Почвенный покров заповедника характеризуется пестротой и мелкоконтурностью. В составе его принимают участие примитивные, подзолистые (*Podzols*), буроземные (*Cambisols*), болотно-подзолистые и болотные (*Histosols*) почвы. Особенности состава и структуры почвенного покрова определяются типом местности.

Грядовый тип местности характеризуется такими формами скального рельефа, как «бараньи лбы», «курчавые скалы» и сельги, на которых формируются примитивные почвы (*Litic Leptosols*) и неполноразвитые подзолы (*Rudy Podzols*). На них произрастают сосняки лишайниково-скальные. На элювии и делювии кристаллических пород встречаются типичные и оподзоленные подбуры (*Albic Leptosols*) с бурым слабодифференцированным профилем. На этих почвах произрастают сосняки лишайниковые и скальные. На склонах возвышенностей можно встретить песчаные подзолы иллювиально-железистые (*Ferric Podzols*) и иллювиально-гумусово-железистые (*Carbi-Ferric Podzols*), на которых формируются сосняки брусничные и черничные. Между сельгами или у их основания под ельниками кисличными и логовыми можно встретить небольшие площади типичных (*Cambisols*) и глеевых буроземов (*Gley Cambisols*). На дне неглубоких разломов формируются болотные почвы (*Histosols*).

Тип местности всхолмленной моренной равнины характеризуется широким спектром разнообразных по генезису почв, различающихся по механическому составу (от песчаных до глинистых), степени увлажненности и трофности. На участках умеренно дренированной моренной равнины с озерно-ледниковыми глинами преобладают еловые леса черничные свежие и кисличные, а также осинники разнотравно-злаковые на автоморфных элювиально-поверхностно-глееватых (*Distric Planosols*) и подзолистых суглинистых (*Podzoluvisils*) почвах. В понижениях распространены перегнойно-торфянисто-грунтово-глеевые (*Gley Ferri-Fibric Podzols*) почвы под ельниками хвощово-сфагновыми. В зависимости от положения в рельефе в мелкосельговом типе урочищ можно встретить иллювиально-железистые (*Ferric Podzols*), иллювиально-гумусово-железистые (*Carbi-Ferric Podzols*), торфянистые иллювиально-гумусовые песчаные подзолы (*Histi-Carbic Podzols*), а также болотные торфяные (*Histosols*) почвы с произрастающими на них различными типами сосновых лесов.

Тип местности песчаной волнистой озерно-ледниковой равнины характеризуется наличием линейных вытянутых гряд (озов), террас и водно-ледниковых дельт, в понижениях – болот. Преобладающими почвами на вершинах и склонах озов являются поверхностно-подзолистые (*Epy Podzolic*) и подбуры (*Leptosols*). На песчаной озерно-ледниковой равнине в зависимости от степени увлажнения формируются поверхностно-подзолистые (*Epy Podzolic*) почвы и подзолы иллювиально-железистые (*Ferric Podzols*), иллювиально-гумусово-железистые (*Carbi-Ferric Podzols*); подзолы торфянистые иллювиально-гумусовые (*Histi-Carbic Podzols*) под сосновыми лесами, а также болотные верховые торфяные (*Hibric Histosols*) и торфяно-глеевые (*Gley Histosols*), занимающие депрессии. Под вторичными березняками злаково-разнотравными формируются подзолистые вторично-дерновые (*Humi-Haplic Podzols*) супесчаные или суглинистые почвы, иногда оглеенные.

На территории заповедника «Кивач» экскурсанты познакомятся с подзолистыми почвами, развитыми на песчаных отложениях в сосновых насаждениях (разрезы 1–2).

Подзол иллювиально-железистый (разрез 1)

Разрез 1 расположен в Сопохском бору заповедника «Кивач», заложен на слабоволнистой озерно-ледниковой равнине, абрадированной позднеледниковыми потоками. Почвообразующими породами являются грубозернистые слоистые полимиктовые пески, которые на глубине 2 м сменяются тонкозернистыми песками. Мощность песчаных отложений превышает 10 м.

Древостой сосняка лишайникового (*Pineta Cladinosum*) характеризуется следующими таксационными показателями: состав – 10 °С, средняя высота 23,0 м, средний диаметр 30,6 см, полнота 0,7, класс бонитета IV.

Напочвенный покров неоднороден и зависит от строения древостоя. В окнах при расстоянии между деревьями около 8 м распространена сосново-лишайниковая парцелла, при расстоянии 6 м – вересково-бруснично-зеленомошная и в куртинах при расстоянии между деревьями менее 2,5 м – мертвопокровно-лишайниковая парцелла.

Запас фитомассы напочвенной растительности составляет 3,7 т/га, около 60 % всего запаса приходится на долю лишайников (*Cladonia sylvatica* и *Cladonia rangiferina* (L.) Weber ex F. H. Wigg). Кустарнички – брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) и вереск (*Calluna vulgaris*) развиты слабо, их вес составляет 17 % от веса напочвенной растительности.

Ежегодно с наземным опадом поступает около 1 т/га растительных остатков. В связи с небольшим количеством поступающего опада формируется маломощная лесная подстилка, вес которой колеблется около 15 т/га.

Морфологическое строение профиля

О 0–2 см (10 YR 4/1). Лесная подстилка слабо дифференцирована на подгоризонты, плохо разложившаяся, рыхлая, состоит из опада сосны, кустарничков и отмерших лишайников и мхов.

Е 2–4 (5) см (10 YR 4/1). Серый, песчаный, рыхлый, много мелких корней, в верхней части встречаются угли, переход в горизонт В ясный по изменению цвета.

Bf 4 (5)–20 см (10 YR 5/3). Ржаво-бурый, песчаный, слабо уплотнен, много корней, встречаются включения щебня, гальки и редко валунов, переход в следующий горизонт постепенный.

B2 20–60 см (10 YR 5/4). Более светлый, чем горизонт Bf, песчаный, рыхлый, корней мало, постепенно переходит в горизонт B3.

B3 60–130 см (10 YR 6/3). Серовато-бурый, песчаный, рыхлый, корней мало, направление их строго вертикальное, постепенно переходит в следующий горизонт.

BC 130–220 см (10 YR 6/3). Серовато-охристый, песчаный, слегка уплотненный, в нижней части встречаются ржавые пятна, переход в следующий горизонт заметный по изменению механического состава.

С 220–300 см (10 YR 6/2). Серый, тонкопесчаный, слоистый, с тонкими псевдофибрами и ржавыми концентрическими кольцами и пятнами.

Пески, на которых развивается почва, хорошо сортированы. Содержание крупнозема в слое 0–100 см не превышает 6 %, в слое 120–200 см колеблется около 15 %, а глубже 2 м крупнозем отсутствует. В мелкоземе-

стой части почвы до глубины 2 м преобладают крупнопесчаные частицы, которые составляют более 90 % от всего состава мелкозема. Содержание ила не превышает 2,5 %. Отмечается постепенное снижение содержания пылеватых и илистых частиц с глубиной. Наибольшее содержание илистой фракции отмечается в верхней части почв (табл. 1).

Крупнозернистые пески имеют рыхлое сложение, объемный вес их колеблется от 1,35 г/см³ в верхней части иллювиального горизонта до 1,44 в нижней части его. Максимальное уплотнение на глубине 1 м, ниже сложение песков становится более рыхлым. Удельный вес твердой фазы почвы очень постоянен по всему профилю почвы и равен 2,62 г/см³ и только в верхней 20-сантиметровой толще снижается до 2,59–2,57 г/см³ (табл. 2). В связи с незначительным содержанием физической глины пески имеют низкую гигроскопичность; максимальная гигроскопичность колеблется около 0,2 % и только в верхнем 20-сантиметровом слое повышается до 1,0–2,2 %, что связано с накоплением ила.

Водоудерживающая способность крупнозернистых песков низкая. Наименьшая влагоемкость колеблется от 2 до 6 %. Полная влагоемкость колеблется от 30 до 35 % и только в горизонте Е повышается до 56 %. Минеральные горизонты почвы содержат мало гумуса, отмечено некоторое накопление гумуса в иллювиальном горизонте. Органическое вещество минеральных горизонтов почвы богато азотом, отношение C/N узкое и только в иллювиальном горизонте несколько расширяется из-за наличия в нем большого количества фульвокислот 1а и 1 б фракций, в которых содержится мало азота.

Почвы сильнокислые (табл. 3). Наиболее кислыми являются лесная подстилка и подзолистый горизонт – pH 3,4; в иллювиальном горизонте pH повышается до 4,7. Емкость обмена поверхностно-подзолистых почв низкая – 3–6 мг-экв на 100 г почвы и только в лесной подстилке и элювиально-аккумулятивном горизонте повышается соответственно до 59,2 и 15,7 мг-экв.

Из поглощенных оснований по всему профилю, за исключением горизонтов О и Е, преобладает кальций, а в указанных горизонтах – водород. Максимальная степень ненасыщенности основаниями (70 %) отмечена в горизонте Е, в остальных горизонтах степень ненасыщенности колеблется от 30 до 50 %. Минеральные горизонты почвы содержат мало обменного калия.

Верхняя 30-сантиметровая толща почвы богата подвижными соединениями фосфора, а нижележащие горизонты средне обеспечены подвижным фосфором.

Подзолы иллювиально-железистые развиваются на полимиктовых песках. Содержание кремнекислоты по всему профилю почвы колеблется около 80 %, что наряду с заметным содержанием одновалентных и двухвалентных оснований отражает полимиктовый характер почвообразующей породы.

Распределение кремнекислоты и полуторных окислов свидетельствуют о слабой степени проявления подзолистого процесса. Отмечаются очень незначительное накопление кремнезема в горизонте Е и вынос окислов алюминия и железа (табл. 4).

Накопление полуторных окислов в горизонтах Е, Вf, В2 и В3 по сравнению с почвообразующей породой проявляется слабо и только лишь в отношении окислов железа.

Несиликатные формы полуторных окислов имеют более четкое распределение по профилю. Максимумы их отмечены в лесной подстилке и иллювиальном горизонте (табл. 5). Для данных почв характерно высокое валовое содержание натрия и калия по всему профилю почвы, связанное с минералогическим составом песчаных отложений. Несмотря на высокое валовое содержание калия, в обменном состоянии его мало, что свидетельствует о слабой выветрелости первичных минералов.

Подзолы иллювиально-железистые, развитые на флювиогляциальных отложениях, бедны микроэлементами. Валовое содержание меди колеблется около 10 мг, цинка 4–7 мг, кобальта 3–5 мг и молибдена около 1 мг на 1 кг почвы. Для Cu, Co и Mo отмечена элювиально-иллювиальная дифференциация по профилю почвы. В минеральных горизонтах микроэлементы малоподвижны. Микроэлементы лесных подстилок обладают высокой подвижностью (табл. 6), особенно подвижен цинк, 77,8 % которого в лесной подстилке находится в подвижной форме. Биологическая аккумуляция отмечена только для цинка и меди.

Вследствие маломощности лесной подстилки температура подзола иллювиально-железистого сосняка лишайникового подвержена значительным колебаниям, поверхность почвы сильно прогревается, но и быстро остывает. Отрицательная температура распространяется на 30 см, а температура + 10°C на 70 см глубже, чем в подзолах под сосняками брусничными. Среднегодовая влажность подзола иллювиально-железистого 5 %, т. е. на уровне наименьшей влагоемкости. Эта величина характеризует ксероморфные экологические условия.

Ferric Podzol (Profile 1)

Profile 1 is located in the Sopokhsky pine forest of the Kivach nature reserve on a slightly undulating glaciolacustrine plain levelled by late glacial streams. The parent material is coarse-granular stratified polyimict sands underlain by fine-granular sands at a depth of 6 m. The thickness of sandy deposits exceeds 6 m.

The lichen pine stand has the following characteristics: composition – 10P, average height – 21.8 m, mean diameter – 30.0, stocking density – 0.7. The lichen moss cover is irregular and depends on the tree density.

Pine-lichen patches are common in clearings among 8 m spaced trees; heather-cowberry-true moss patches take place of the former if the distance between trees is about 6 m, and lichen patches occur where trees are spaced at less than 2.5 m.

The phytomass volume of the lower canopy plants is 3.7 t/ha, lichens (*Glaucium sylvatica* and *Cladonia rangiferina*) account for about 60 per cent of the total volume. Dwarf shrubs (*Vaccinium vitis-idaea* and *Calluna vulgaris* Salisb) are sparse, making up 17 per cent of the total phytomass.

Leaf litterfall supplies about 1 t/ha annually.

Because of the scant dieback, thin forest litter is formed, with a weight of about 15 t/ha.

Morphological description

O 0–2 cm (10 YR 4/1). Litter, little differentiated into subhorizons, little decomposed, loose, consists of pine and dwarf shrub dieback, dead mosses and lichens.

E 2–4 (5) cm. Gray (10 YR 4/1), sandy, friable, small roots, charcoals occur in the upper part. Distinct transition is marked by the change of color.

Bf 4 (5)–20 cm. Rusty brown (10 YR 5/3), sandy, slightly compact, roots abundant, inclusions of rock fragments, gravel and seldom boulders occur, transition gradual.

B2 20–60 cm. Lighter than the Bf horizon (10 YR 5/4), sandy, friable, roots scarce, transition gradual.

B3 60–130 cm. Brownish gray (10 YR 6/3), sandy, friable, roots scarce, upright, transition gradual.

BC 130–220 cm. Gray ochre (10 YR 6/3), sandy, slightly compact, rusty mottles occur in the lower part, noticeable transition by texture.

C 200–300 cm. Gray (10 YR 6/2), fine sand, stratified, with thin ortosands, rusty concentric rings and stains.

The sands (serving as parent material) are well sorted. The proportion of coarse particles does not exceed 6% in the 0–100 cm layer, and is about 15% in a layer from 120 cm to 200 cm. No coarse particles are present deeper than 2 m. Coarse sandy particles (making up more than 90% of the total content of fine earth) prevail in the fine earth part of the soil to a depth of 2 m. The content of clay is within 2.5%. A gradual decrease in the content of silt and clay particles is observed with depth. Clay accumulation is the highest in the upper part of the soil (Table 1).

Coarse sands have loose texture, their apparent density ranges from 1.35 g/cm³ in the upper part of the illuvial horizon to 1.44 g/cm³ in its lower part. Maximum compaction occurs at a depth of 1 m, the sands becoming looser

with depth. The density of the solid phase of the soil is stable throughout the soil profile and equals 2.62, decreasing only in the upper 20-cm layer to 2.52–2.57 (Table 2). Due to the small amount of physical clay, sands exhibit low hygroscopicity; the maximum hygroscopicity is about 0.2% and increases only in the upper 20-cm layer to 1.0–2.2% owing to a certain growth of the fine particle content.

The moisture retention capacity is low, minimum water capacity ranges from 2 to 6 per cent. The total moisture capacity ranges within 30 to 35 per cent increasing to 56% only in the E horizon. Mineral soil horizons contain a small amount of humus, certain accumulation of humus is observed in the illuvial horizon. Organic matter of the mineral horizons is rich in nitrogen; the C/N ratio is low and grows higher only in the illuvial horizon owing to a great amount of fulvic acids (fractions Ia and I) with a low nitrogen content.

Soils are strongly acidic (Table 3). The litter and podzolic horizon (pH 3.4) display highest acidity; pH rises to 4.7 in the illuvial horizon. The exchange capacity of surface-podzolic soils is low: 3 to 6 meq per 100 g of soil. Only in the litter and the eluvial-accumulative horizon does it increase to 59.2 and 15.7 meg, respectively.

Among exchangeable bases calcium prevails throughout the profile, except for the O and E horizons, where hydrogen predominates. The maximum degree of base unsaturation (70%) is observed in the E horizon, while in others it ranges from 30 to 50 per cent. The mineral soil horizons contain little exchangeable potassium. The upper 30-cm layer of the soil is rich in labile phosphorus, the supply of labile phosphorus to lower horizons being moderate.

The soils are developed on polymict sands. The silica content is about 80% throughout the soil profile which, together with an appreciable content of univalent and bivalent bases, points to the polymict nature of the sands.

The distribution of silica and sesquioxides testifies to a poor development of podzolic processes. Negligible accumulation of silica and removal of iron and aluminium oxides are observed in the E horizon (Table 4). Sesquioxide accumulation in horizons Bf, B2 and B3 is low, being pronounced for iron oxides only.

Non-silicate forms of sesquioxides show more distinct distribution across the profile. Their maxima are observed in the litter and the illuvial horizon (Table 5). A high content of bulk sodium and potassium in the soil profile associated with the mineralogical composition of sandy deposits is typical of the soil considered. There is a small amount of sodium and potassium in the exchangeable state in spite of their high bulk content; this points to weak weathering of primary minerals.

The soils developed over glaciofluvial deposits are poor in microelements. The total copper content is about 10 mg, that of zinc – 4 to 7 mg, cobalt – 3 to 5 mg and molybdenum – about 1 mg per 1 kg of soil. Eluvial-illuvial differen-

tiation throughout the profile for Cu, Co, Mo is observed. Microelements have low mobility in mineral horizons, but are highly labile in the litter (Table 6). It is especially obvious for zinc, 77.8% of which is in a mobile form in the litter. Biological accumulation is observed only for zinc and copper.

Litter being shallower here than under cowberry pine forests, the temperature of podzolic soil under lichen pine forest is liable to greater fluctuations. The soil surface is better heated in summer but gets cold quicker. Below-zero temperatures penetrate down to 30 cm, the temperature above + 10° C penetrating 70 cm deeper than in podzols under cowberry pine forests. The average annual moisture content of surface podzols is 5%. These values describe xeromorphous ecological conditions.

Торфянистый подзол иллювиально-гумусовый (разрез 2)

Разрез 2 расположен в заповеднике «Кивач», на периферийной части болота под сосняком долгомошно-сфагновым (*Pineta politrichosa-sphagnosum*). Состав древостоя 7С3Е + Б, высота 15 м, диаметр 17 см, V класс бонитета.

В напочвенном покрове черника (*Vaccinium myrtillus* L.), на кочках брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), ближе к болоту голубика (*Vaccinium uliginosum* L.). В моховом покрове кукушкин лен (*Polytrichum commune* Hedw.), на кочках зеленые мхи (*Hylocomium splendens*, *Ptilium crista-castrensis*), между кочек сфагнум (*Sphagnum* sp.).

Морфологическое строение профиля

O1 0–10 см (10 YR 3.2). Бурый полуразложившийся торф, состоит из остатков мхов и опада сосны.

O2 10–15 (20) см (10 YR 2.1). Темно-бурый, почти черный, хорошо разложившийся торф, много корней кустарничков и древесных пород, на границе с подзолистым горизонтом встречаются единичные угли.

E 15 (20)–20 (30) см (10 YR 6.1). Серый, в верхней части с буроватыми пятнами и потеками, песчаный с отдельными некрупными валунами и галькой, корней мало, сырой, переход в горизонт Bh1 ясный, языковатый.

Bh1 20 (30)–25 (37) см (10 YR 3.4). Коричневый, песчаный, уплотнен, корней мало, встречаются отдельные плотные конкреции, сырой; постепенно переходит в следующий горизонт.

Bh2 25 (37)–40 (43) см (10 YR 4.2). Бурый с коричневатым оттенком, светлее горизонта B, того же механического состава, мокрый, книзу светлеет.

B2g 40 (43)–60 см (10 YR 5.4 и 5 YR 6.1). Пестро окрашенный, сизовато-бурый, песчаный, мокрый.

BCg 60–70 см (10 YR 6.3). Сизый с бурыми и ржавыми пятнами и потеками, песчаный, насыщен водой, плывет.

Торфянистый иллювиально-гумусовый подзол сформирован на хорошо сортированных крупнозернистых песках. Верхняя часть профиля несколько обогащена пылеватыми и илистыми частицами (табл. 7). Вместе с тем отмечена ясная элювиально-иллювиальная дифференциация профиля по содержанию ила и физической глины. Для данных почв характерно накопление органического вещества в иллювиальном горизонте (табл. 8). Гумусом пропитана большая толща почв, чем в почвах автоморфного ряда.

Органогенные и иллювиальные горизонты характеризуются слабой насыщенностью основаниями. В оглеенных горизонтах насыщенность основаниями резко возрастает (табл. 9) за счет снижения содержания обменного водорода. Минеральные горизонты почв почти не содержат подвижных соединений калия, фосфора, весь запас которых сосредоточен и органогенной толще.

Данные анализа валового химического состава свидетельствуют о четко выраженном элювиально-иллювиальном распределении всех химических элементов в профиле почвы и биогенной аккумуляции их в органогенных горизонтах (табл. 10). Максимумы иллювиального накопления валового алюминия и железа в торфянистых подзолах совпадают, в то время как максимум подвижных окислов алюминия в форме фульватов алюминия приурочен к верхней части иллювиального горизонта, а максимум подвижного железа (фульваты железа) к нижней его части (табл. 11).

Торфянистые иллювиально-гумусовые подзолы – это почвы избыточного увлажнения.

Рассмотренные почвы – подзолы иллювиально-железистые мало-мощные на повышенных и сухих элементах рельефа и торфянистые иллювиально-гумусовые подзолы в понижениях по окраинам болот – представляет весьма типичное для песчаных равнин Карелии сочетание почв: степень оподзоленности возрастает с увеличением увлажненности и количеству поступающих органических остатков.

Histic Carbic Podzol (Profile 2)

Profile 2 is located in the Kivach nature reserve, in the periphery of a peat bog under a haircap-moss/true-moss pine forest. Stand composition 7P3S+, height 15 m, diameter 17 cm, productivity class V. *Vaccinium myrtillis* L. is common. *Vaccinium vitis-idaea* L. occurs on hummocks, *Vaccinium uliginosum* L. can be found near the bog. *Polytrichum commune* Hedw L. is the main component in the moss cover, true mosses: *Hylocomium splendens*, *Ptilium crista-castrensis* are widespread on hummocks. *Sphagnum* sp L. grows in depressions among hummocks.

Morphological description

O1 0–10 cm. Brown (10 YR 3/3), semi-decomposed peat consisting of moss residues and pine dieback.

O2 10–15 (20) cm. Dark brown (10 YR 2/1), almost black, strongly decomposed peat, shrub and tree roots abundant, rare charcoals occur at the boundary with the podzolic horizon.

E 15 (20)–20 (30) cm. Gray (10 YR 6/t) with brownish mottles and glosses in the upper part, sandy with few medium-sized boulders and pebbles, roots are scarce, transition distinct.

Bh1 20 (30)–25 (37) cm. Cinnamonic (10 YR 3/4), sandy, more compact, roots are scarce, rare hard concretions occur, wet, transition gradual.

Bh2 25 (37)–40 (43) cm. Brown with a cinnamonic hue (10 YR 4/2), lighter in hue than the Bh1 horizon, of the same texture, wet, more light-coloured downward.

B2g 40 (43)–60 cm. Mottled bluish gray, (10 YR 5/4 and 5 Y 6/1), sandy, saturated with water.

BCg 60–70 cm. Bluish (10 YR 6/3) with gray and rusty mottles and tongues, sandy, saturated with water, floating.

Humic peaty podzols are formed over well-sorted coarse-grained sands. The upper part of the profile is somewhat richer in silt and clay particles (Table 7). At the same time, a distinct eluvial-illuvial differentiation of the profile in clay and physically is observed.

Accumulation of organic matter in the illuvial horizon is typical of these soils (Table 8). The solum is saturated with humus to a greater depth as compared with automorphic soils.

The organogenic and illuvial horizons are characterized by low base saturation. Base saturation increases abruptly in gleyified horizons (Table 9) due to a decrease in the exchangeable hydrogen content. The mineral horizons of the soil contain hardly any labile forms of potassium and phosphorus, the bulk of them concentrated in the organogenic layer.

Analysis of the bulk chemical composition testifies to a pronounced eluvial-illuvial distribution of all chemical elements in the soil profile and their biogenic accumulation in the organic horizons (Table 10). The maxima of the illuvial accumulation of aluminium and iron in peaty podzols coincide, but the maximum of labile aluminium oxides in the form of aluminium fulvates is associated with the upper part of the illuvial horizon and the maximum of labile iron – with its lower part (Table 11).

Peaty podzols are typical soils with the illuvial-humus podzolization pattern.

Таблица 1.

Механический состав подзола иллювиально-железистого (разрез 1)
Soil texture of Ferric Podzol (profile 1)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	Фракции мелкозема (<1 мм), % к весу почвы Fractions of line (<1 mm), % of soil weigh	Фракции, % к мелкоземистой части почвы (< 1 мм); размер фракций, мм Fractions, % of line earth (<1 mm); size of fractions, mm						
			1,0–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	
E	3–6	96.8	81.4	3.3	8.8	3.7	0.3	2.5	6.5
Bf	6–10	96.5	92.6	2.4	1.8	0.8	1.2	1.2	2.6
	10–20	95.7	94.6	2.1	0.7	0.9	1.0	0.7	2.6
B2	20–30	94.0	92.5	3.2	1.7	0.9	0.9	0.8	2.6
	30–40	94.3	97.0	0.5	0.4	0.8	0.4	0.9	2.1
	40–50	94.3	92.3	4.3	1.5	0.9	0.2	0.8	1.9
	50–60	94.3	89.6	6.8	2.3	0.4	0.1	0.8	1.3
B3	60–70	94.4	93.3	3.7	1.1	1.0	0.2	0.1	1.9
	70–80	94.5	94.2	2.9	1.3	0.7	0.7	0.2	1.6
	90–100	94.5	91.5	5.5	0.4	1.6	0.8	0.2	2.6
	100–110	94.6	98.3	0.0	0.5	0.1	0.9	0.2	1.2
	110–120	94.6	92.3	5.1	1.2	0.5	0.04	0.5	1.4
BC	120–130	86.6	98.1	0.0	0.2	0.1	1.1	0.5	1.7
	130–140	86.6	92.4	4.7	1.9	0.2	0.2	0.3	1.0
	140–150	89.5	94.9	1.6	1.3	0.4	1.6	0.2	2.2
	150–160	90.5	92.0	5.5	1.3	0.3	0.7	0.2	1.2
	160–170	91.0	76.3	21.7	0.4	0.8	0.1	0.7	1.6
	170–180	88.3	94.2	4.2	0.8	0.4	0.2	0.2	0.8
	180–190	84.3	97.0	0.8	1.2	0.0	0.4	0.6	1.0
	190–200	88.7	94.6	3.6	0.3	0.6	0.3	0.6	1.5
	200–210	99.9	81.6	16.3	1.1	0.4	0.3	0.3	1.0
	210–220	100.0	35.3	59.9	3.5	0.1	0.5	0.7	1.3
C	220–230	100.0	42.5	50.6	5.4	0.4	0.5	0.6	1.5
	240–260	100.0	47.9	47.8	3.2	0.1	0.6	0.4	1.1

Таблица 2.

**Физические и водно-физические свойства подзола иллювиально-железистого (разрез 1)
Physical and water-physical properties of Ferric Podzol (profile 1)**

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	Удельный вес. Density	Объемный вес, г/см ³ Apparent density g/m ³	Общая порозность, % от объема почвы Total porosity, %	В % от веса почвы Per cent of dray soil weighth			
					Максимальная гигроскопичность Maximum hydro scori-city	Влажность завядания Wilting point	Наименьшая влагоемкость Minimum water capacity	Полная влагоемкость Total moisture capacity
E	3–6	2.57	1.05	60.3	2.2	4.4	–	56.2
B f	6–10	2.59	1.35	50.0	1.2	2.4	5.2	35.4
	10–20	2.60	1.30	50.0	1.0	2.0	4.8	34.8
B2	20–30	2.61	1.37	49.0	0.5	1.0	2.5	34.7
	30–40	2.62	1.45	45	0.3	0.6	1.8	30.8
	40–50	2.62	1.43	45	0.3	0.6	1.8	31.7
	50–60	2.62	1.43	45	0.3	0.6	2.4	31.7
B3	60–70	2.63	1.43	45	0.2	0.4	3.0	31.7
	70–80	2.63	1.41	45	0.3	0.6	4.3	32.9
	80–90	2.63	1.42	45	0.3	0.6	4.3	32.4
	90–100	2.63	1.45	46	0.2	0.4	4.7	31.0
	100–110	2.63	1.44	46	0.2	0.4	4.7	31.3
	110–120	2.63	1.44	46	0.2	0.4	5.7	31.3
BC	120–130	2.63	1.39	47	0.2	0.4	5.7	33.3
	130–140	2.63	1.39	47	0.2	0.4	6.2	33.3
	140–150	2.63	1.39	47	0.2	0.4	6.2	33.2
	150–160	2.62	1.36	47	0.2	0.4	6.2	33.2
	160–170	2.62	1.36	47	0.2	0.4	5.0	35.3
	170–180	2.62	1.36	47	0.2	0.4	3.6	35.3

	180–190	2.62	1.36	47	0.2	0.4	3.6	35.3
	190–200	2.62	1.36	47	0.2	0.4	4.0	35.3
	200–210	2.62	1.36	47	0.1	0.3	4.0	35.3
	210–220	2.62	1.37	48	Не определяли			34.8
C	220–230	2.62	1.35	48	»			35.8
	230–240	2.62	1.35	48	»			35.8

Таблица 3.

Химические показатели подзола иллювиально-железистого (разрез 1)
Chemical properties of Ferric Podzol (profile 1)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	Гигро- скопиче- ская влаж- ность % Hygro- scopic, %	Гумус, %, Humus %	pH солевой PN H ₂ O	Обменные катионы, мг-эка на 100 г почвы Exchangeable bases, meq per 100 a soil					Степень насы- щенности, % Unsatura- tion degree, %	В мг на 100 г почвы Mobile, mg/100 g soil	
					C ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ²⁺	H ⁺		P ₂ O ₅	K ₂ O
O	0–3	6.37	69.6	3.8	1.0	3.6	13.5	1.9	29.3	59.2	12.9	127.2
E	3–6	0.84	1.0	V	2.7	1.4	0.1	0.5	11.0	15.7	21.2	1.2
Bf	6–10	0.71	1.7	4.4	1.6	0.6	0.1	0.4	3.2	5.9	24.2	1.0
	10–20	0.88	1.0	4.7	16	0.6	0.1	0.3	2.3	4.9	27.7	18
вне корней	10–20	0.64	0.5	4.5	1.4	0.5	0.2	0.3	1.8	4.2	29.7	2.4
с корнями	10–20	0.68	1.3	4.5	0.8	0.8	0.2	6.4	1.6	3.8	28.7	1.6
B2	20–30	0.67	0.6	4.8	1.0	0.4	0.1	0.4	1.6	3.5	39.6	1.6
	30–40	0.38	0.4	4.8	1.1	0.4	0.2	0.4	1.5	3.6	14.6	0.9
	40–50	0.27	0.3	4.7	1.1	0.4	0.1	0.3	1.0	2.9	6.0	1.2
	50–60	0.23	0.3	4.7	1.0	0.6	0.1	0.2	0.9	2.8	7.2	0.7
B3	60–70	0.25	0.4	4.6	1.2	0.4	0.1	0.2	1.3	3.2	12.0	0.9
	70–80	0.17	0.3	4.6	1.0	0.4	0.1	0.3	1.0	2.8	13.7	0.9
	90–100	0.34	0.3	4.6	1.2	0.6	0.1	0.4	1.4	3.7	7.0	0.9
	110–120	0.16	0.3	4.5	1.2	0.4	0.1	0.4	1.1	3.2	14.0	0.9
BC	130–140	0.13	0.6	4.5	1.0	0.4	0.1	0.4	1.1	3.0	13.0	0.7
	150–160	0.21	0.4	4.5	1.1	0.3	0.2	0.4	1.2	3.2	10.2	1.1
	170–180	0.19	0.4	4.5	1.1	0.5	0.1	0.4	1.4	3.5	13.5	0.9
ржавые пятна	190–200	0.09	0.4	4.6	1.4	0.8	0.2	0.4	1.1	3.9	15.0	1.6

серые пятна	190–200	0.09	0.4	4.5	1.4	0.8	0.2	0.3	1.4	4.1	33.7	9.0	1.6
	190–200	0.09	0.4	4.5	1.0	0.7	0.2	0.2	1.2	3.3	36.3	11.7	1.4
	200–210	0.09	0.4	4.5	1.7	0.3	0.2	0.3	1.3	3.8	34.2	16.0	0.8
C	220–240	0.11	0.4	4.5	1.3	0.2	0.1	0.3	1.3	3.2	40.6	36.3	0.9
	240–260	0.14	0.3	4.6	1.6	0.6	0.2	0.3	1.3	4.0	32.5	27.0	0.8

Таблица 4.

Валовой химический состав подзола иллювиально-железистого, % к прокаленной почве (разрез 1)
Bulk chemical composition of Ferric Podzol (profile 1)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	Mg O	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MnO	SO ₂	Сумма Total	Молекулярные отношения Molar ratios		
														SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
O	0–3	72.22	2.93	13.19	1.29	4.14	0.07	1.89	1.83	0.46	0.49	0.84	99.98	9.3	65.7	7.2
E	3–6	81.91	2.95	9.95	0.09	1.86	0.18	1.32	2.35	0.33	0.03	следы	100.07	14.0	10.6.6	7.5
Bf	6–10	80.98	1.91	10.82	0.10	1.58	0.26	1.49	3.14	0.24	0.04	0.09	100.67	12.7	113.4	8.8
	10–20	79.63	2.36	11.24	0.12	1.65	0.43	1.46	3.0	0.30	0.05	0.04	100.37	12.1	90.3	7.3
с корнями вне корн.	10–20	80.44	2.16	10.71	0.12	1.65	0.35	1.65	3.14	0.26	0.05	0.02	100.56	12.8	99.3	8.1
	10–20	79.59	2.23	11.13	0.14	1.43	0.51	1.63	3.13	0.30	0.06	0.0	100.15	12.2	95.4	7.8
B2	20–30	79.49	2.87	9.72	0.13	1.68	0.73	1.45	3.07	0.26	0.03	0.03	99.46	13.9	74.0	5.3
	30–40	79.37	2.57	10.85	0.07	1.84	0.57	1.46	3.31	0.32	0.04	0.00	100.40	12.5	82.7	6.6
	40–50	81.10	1.80	10.25	0.03	1.27	0.74	1.53	3.07	0.17	0.03	0.00	99.99	13.5	120.7	9.1
	50–60	80.04	1.95	10.51	0.03	1.42	0.76	1.65	3.39	0.19	0.04	0.00	99.98	13.0	109.3	8.6
B3	60–70	79.73	2.60	10.18	0.05	1.68	0.72	1.51	3.19	0.24	0.05	0.00	99.95	13.4	82.0	6.2
	70–80	79.69	1.82	11.04	0.03	1.34	0.76	1.79	3.37	0.16	0.02	0.04	100.08	12.3	116.5	9.8
	90–100	80.11	1.82	10.79	0.05	1.50	0.30	1.61	3.39	0.18	0.03	0.00	99.76	12.6	117.1	9.6
	110–120	80.36	1.66	10.92	0.04	1.47	0.55	1.63	3.32	0.16	0.03	0.02	100.16	12.5	132.6	10.7
BC	130–140	81.20	1.62	10.17	0.02	1.42	0.14	1.67	3.38	0.15	0.01	0.21	99.99	13.7	138.0	9.6
	150–160	81.96	1.59	9.78	0.03	1.58	0.37	1.56	3.11	0.16	0.01	0.08	100.23	14.2	138.0	9.6
	170–180	80.72	2.00	9.95	0.04	1.46	0.64	1.53	3.28	0.18	0.01	0.00	99.81	13.9	107.6	8.1
	190–200	80.26	1.75	10.84	0.05	1.47	0.62	1.67	2.72	0.17	0.03	0.00	99.58	12.6	122.7	9.6
C	240–260	81.58	1.64	9.81	0.07	1.63	0.48	1.51	2.82	0.17	0.03	0.00	99.74	14.2	133.2	9.6

Таблица 5.

**Содержание подвижных и силикатных оксидов железа, алюминия и кремния
в подзоле иллювиально-железистого (разрез I)
Content of mobile oxides in Ferric Podzol (profile 1)**

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	По Тамму (Tamm's solution)					
		Fe ₂ O ₃			Al ₂ O ₃		
		a		б	a		б
						а	б
O	0–3	0.53		18.1	0.77	5.8	0.20
E	3–6	0.26		12.7	0.30	3.0	0.17
B1 вне корней	7–10	0.44		23.1	0.67	6.2	0.13
	10–20	0.42		18.9	0.81	7.3	0.22
B1 с корнями	10–20	0.40		17.1	0.93	8.2	0.17
	10–20	0.50		23.3	0.97	9.0	0.18
B2	20–30	0.50		17.3	0.55	5.6	0.12
	30–40	0.19		7.6	0.50	4.6	0.23
	40–50	0.19		10.6	0.44	4.3	0.21
	50–60	0.15		7.9	6.31	2.9	0.20
B3	60–70	0.13		5.0	0.34	3.4	0.14
	70–80	0.13		7.1	0.31	2.8	0.13
	90–100	0.14		7.9	0.25	2.4	0.11
	110–120	0.13		7.5	0.19	1.7	0.23
BC	130–140	0.14		8.8	0.20	2.0	0.08
	150–160	0.08		5.3	0.19	2.0	0.06
	170–180	0.16		7.9	0.33	3.3	0.12
	190–200	0.10		5.7	0.24	2.2	0.10
C	200–210	0.11		6.0	0.24	2.2	0.18
	220–240	0.12		He outp.	0.19	He outp.	0.16
	240–260	0.11		6.7	0.17	1.9	0.18

Примечание: а – % от веса почвы (% of soil weight), б – % от валового содержания (% of total amount).

Таблица 6.

Содержание микроэлементов в подзоле иллювиально-железистого (разрез I)
Content of microelements in Ferric Podzol (profile I)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	Си		Zn		Со		Мо	
		валовой, мг/кг (bulk, mg/kg)	подвижный (mobile) мг/кг (mg/kg)	валовой, мг/кг (bulk, m g/kg)	Подвижный (mobile) мг/кг (mg/kg)	валовой, мг/кг (bulk, mg/kg)	подвижный (mobile) мг/кг (mg/kg)	вало- вой, мг/кг (bulk, mg/kg)	подвижный (mobile) мг/кг (mg/kg)
O	0-2	6.00	1.60	45.00	35.00	77.8	0.48	0.80	0.09
E	3-6	4.98	0.25	7.49	1.88	25.1	0.31	0.88	0.05
Bl	6-20	9.96	0.30	5.83	0.88	15.1	0.56	1.32	0.05
B2	30-40	11.62	0.20	7.49	0.25	3.3	0.21	0.88	0.03
B3	60-70	23.24	0.20	5.83	0.38	6.5	0.30	1.11	0.03
B3	70-80	9.96	0.10	4.16	0.25	6.0	0.08	0.88	0.03
BC	120-130	9.96	0.10	4.16	0.31	7.5	0.04	0.88	0.05
BC	140-150	9.96	0.10	4.16	0.75	18.0	0.04	0.88	0.06

Таблица 7.

Механический состав торфянистого подзола илловально-гумусового (разрез 2)
Texture of Histic Carbic Podzol (profile 2)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	Фракции, % к мелкоземистой части почвы (1.0 мм); размер фракций, мм Fractions, % of line earth (<1 mm); size of fractions, mm					
		1–0.25	0.25–0.05	0.05–0.01	0.01–0.005	0.005–0.001	<0.001
E	15–20	77.7	9.9	9.8	0.8	1.3	1.3
Bhl	20–25	71.2	13.8	7.8	2.0	2.9	2.3
Bh2	25–40	80.8	10.3	3.4	1.5	2.0	2.0
Bg	40–60	92.0	4.2	1.8	0.0	1.2	0.8
BCg	60–70	94.1	3.0	1.–3	0.5	0.5	0.6
							<0.01
							3.4
							7.2
							5.5
							2.0
							1.6

Таблица 8.

Содержание и состав органического вещества в торфянистом подзоле илльованально-гумусовом (разрез 2)
Content and composition of organic matter in Histic Carbic Podzol (profile 2)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	В % к исходной почве % of weight soil		C : N	C (вытяжка 0,02 н. H ₂ SO ₄ C of extracted 0,02 N H ₂ SO ₄	В составе гумуса C In humus composition C										C _{тк} /C _{фк} Ch/C _{fa}	Негидролизуемый остаток, % Nonhydrolyzable residuc, %
						Фракции гуминовых кислот Fraction humic acids, % of the total C			Фракции фульвокислот Fraction fulvic acids. % of the total C								
		C	N			I	II	III	сумма a total	Ia	I	II	III	сумма total			
O1	0–10	44.56	1.02	43.7	$\frac{0.45}{1}$	$\frac{7.58}{17}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.45}{1}$	$\frac{8.03}{18}$	$\frac{0.45}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2.23}{5}$	$\frac{2.68}{6}$	$\frac{24.06}{54}$		
O2	12–15	37.37	0.92	40.6	$\frac{0.37}{1}$	$\frac{9.34}{25}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.74}{2}$	$\frac{10.08}{27}$	$\frac{0.37}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1.12}{3}$	$\frac{2.24}{6}$	$\frac{3.73}{10}$	$\frac{14.44}{39}$		
E	15–20	0.45	0.03	15.0	$\frac{0.02}{4}$	$\frac{0.12}{27}$	$\frac{0.005}{1}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.12}{28}$	$\frac{0.02}{5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.02}{4}$	$\frac{0.01}{3}$	$\frac{0.05}{12}$	$\frac{0.16}{36}$		
Bh1	20–25	4.05	0.16	25.3	$\frac{0.45}{11}$	$\frac{1.05}{26}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1.05}{26}$	$\frac{1.01}{26}$	$\frac{0}{25}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.05}{1}$	$\frac{2.11}{52}$	$\frac{0.32}{8}$		
Bh2	25–40	2.30	0.08	28.3	$\frac{0.44}{19}$	$\frac{0.30}{13}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.30}{13}$	$\frac{0.83}{36}$	$\frac{0.44}{19}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.02}{1}$	$\frac{1.29}{56}$	$\frac{0.18}{8}$		
Bg2	40–60	0.37	0.02	18.5	$\frac{0.13}{34}$	$\frac{0.03}{7}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.03}{7}$	$\frac{0.09}{23}$	$\frac{0.06}{16}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0.004}{1}$	$\frac{0.15}{40}$	$\frac{0.05}{13}$		

Примечание: в числителе — % к весу почвы, в знаменателе — % к общему углероду в исходной почве.

Таблица 9.

Химические показатели торфянистого подзола иллювиально-гумусового (разрез 2)
Chemical properties of Histic Carbic Podzol (profile 2)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	Гигроско- пическая влага, % Hydrosopic mbesture, %	Гумус, % Humus, %	pH		Обменные катионы, мг-экв на 100 г почвы Exchangeable bases, meq/100 g of soil					Степень ненасыщенно- сти, % Degree satura- tion, %	В мг на 100 г почвы Mobile, mg/100g soil	
				H ₂ O	KCl	C ²⁺	Mg ²⁺	R ⁺	Na ²⁺	H ⁺		P ₂ O ₅	K ₂ O
O1	0–10	10.96	76.64	3.5	2.8	не определяли						8.7	51.1
O2	12–15	9.25	64.28	3.7	3.0	9.9	4.6	4.5	1.0	50.4	70.4	3.5	18.4
E	15–20	0.19	0.90	4.0	3.2	2.0	1.1	1.7	0.4	2.9	8.1	0.3	1.2
Bh1	0–25	3.77	8.10	4.4	3.9	2.2	0.9	1.4	0.6	24.5	29.6	следы	Нет
Bh2	25–40	2.44	4.60	4.6	4.1	2.1	1.2	1.5	0.4	12.4	17.6	«	«
Bg2	40–60	0.51	0.74	4.8	4.5	1.7	1.3	1.7	0.4	0.7	5.8		следы
BCg	60–70	0.27	0.34	5.1	4.6	1.8	1.7	1.5	0.5	0.3	5.8	1.3	следы

Таблица 10.

Валовой химический состав торфянистого подзола иллювиально-гумусового, % к прокаленной почве (разрез 2)
Bulk chemical composition of Histic Carbic Podzol (profile 2)

Гори- зонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	MnO	SO ₂	Сумма	Молекулярные отношения Molar ratios		
														SiO ₂ Al ₂ O ₃	SiO ₂ Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃
O1	0–6	70.83	2.30	11.22	2.03	5.27	1.51	2.32	1.67	0.26	0.12	1.19	98.72	10.2	79.9	7.9
O2	6–15	82.49	1.69	9.70	0.57	1.24	0.41	1.41	1.83	0.34	0.05	0.24	99.97	14.5	125.0	8.6
E	15–20	86.81	0.41	8.35	0.03	0.64	0.10	1.28	1.83	0.12	0.02	0.06	99.65	17.6	482.3	27.3
Bh1	20–25	78.85	1.35	14.05	0.15	1.18	0.58	1.58	2.22	0.26	0.02	0.14	100.38	9.5	164.1	17.3
Bh2	25–40	80.35	1.24	12.61	0.09	1.04	0.46	1.64	2.25	0.17	0.02	0.02	99.85	10.8	167.4	15.5
Bg2	40–60	81.59	1.10	10.91	0.03	1.04	0.57	1.59	2.36	0.19	0.03	0.06	99.47	12.7	193.7	15.3
BC _g	60–70	82.46	0.98	10.42	0.03	1.07	0.44	1.55	2.42	0.06	0.02	0.00	99.45	13.5	229.0	17.0

Таблица 11.

Содержание силикатных и подвижных оксидов железа, алюминия и кремния
в торфянистом подзоле иллювиальном гумусовом (разрез 2)
Content of mobile oxides in Histic Carbic Podzol (profile 2)

Горизонт Horizon	Глубина, см Depth, cm	По Тамму (Tamm's solution)				
		Fe ₂ O ₃		Al ₂ O ₃		SO ₂
		a	6	a	6	a
O	6-15	0.5	3.0	1.25	12.9	0.13
E	15-20	0.11	26.8	0.27	3.2	0.07
Bhl	20-25	0.19	14.1	3.78	26.9	0.48
Bh2	25-40	0.23	18.6	2.39	9.0	0.71
Bg	40-60	0.20	18.2	0.63	5.8	0.04
BCg	60-70	0.12	12.2	0.47	4.5	0.10
						0.1

Примечание: а – % от веса почвы (% of soil weight). 6 – % от валового содержания (% of total amount)

Научное издание

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПОЧВЕННОЙ ЭКСКУРСИИ

**Почвы экологического ряда сосняков среднетаежной подзоны
(государственный природный заповедник «Кивач»)**

Издано в авторской редакции

Подписано в печать 07.09.2017
Формат 60х84 ¹/₁₆. Гарнитура Times.
Уч.-изд. л. 1,5. Усл. печ. л. 2,1.
Тираж 100 экз. Заказ № 451

Карельский научный центр РАН
Редакционно-издательский отдел
185003, Петрозаводск, пр. А. Невского, 50